**Université Mohamed Sedik Benyahia, Jijel** **Faculté des Sciences et de la Technologie**
**Département d'électrotechnique** **Option: M 01 Machines électriques**
**Module: Modélisation des Machines Électriques** **Enseignant : L. AOMAR**

**TP N°03** **Simulation de la machine synchrone**

## I- Introduction :

La machine synchrone souffre beaucoup de vibrations provoquées par les harmoniques d'ordre supérieur. Pour minimiser ces derniers les constructeurs ont placés des amortisseurs électriques.

## II. Objectif du TP

La simulation de la machine synchrone

## III. Rappels Théoriques

La représentation schématique de la machine synchrone est donnée la figure 1.

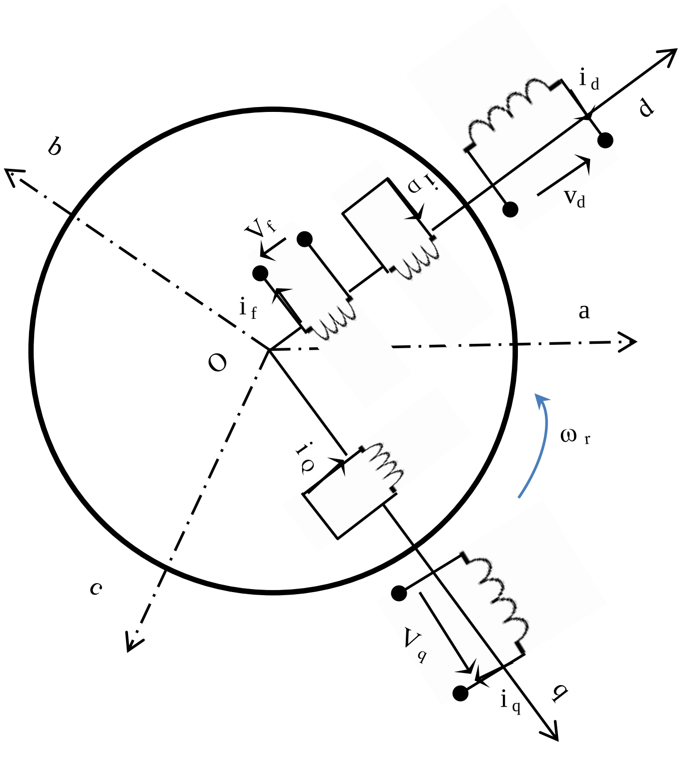


Figure 1. Modèle de Park de la machine synchrone

### Equations électriques dans les axes d et q

Nous multiplions les équations de tension des trois phases statoriques données en III.1 comme suit :

$$[V_{d,q,o}] = [A][V_{a,b,c}]$$

$$= [R_s][A][i_{a,b,c}] + [A]\left[\frac{d\,\varphi_{a,b,c}}{dt}\right]$$

Après intégration par partie on trouve :

$$V_d = R_s\, i_d + \frac{d\varphi_d}{dt} - \omega_r \varphi_q$$



Année Universitaire 2023/2024

$$V_q = R_s\, i_q + \frac{d\varphi_q}{dt} + \omega_r \varphi_d$$

$$V_o = R_s\, i_o + \frac{d\varphi_o}{dt}$$

## Equations de flux dans les axes d et q

En appliquant la transformation de Park à la matrice des flux statoriques, on obtient :

$$[A][\varphi_{abc}] = [A][L_s][i_{abc}] + [A][L_{sr}][i_{fDQ}]$$

$$[\varphi_{dq0}] = [A][L_s][i_{abc}] + [A][L_{sr}][i_{fDQ}]$$

En introduisant les expressions des inductances développées dans la section III.3, on trouve :

$$\begin{bmatrix} \varphi_d \\ \varphi_q \\ \varphi_o \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} L_d & 0 & 0 \\ 0 & L_q & 0 \\ 0 & 0 & L_0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_d \\ i_q \\ i_o \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} M_{af} & M_{aD} & 0 \\ 0 & 0 & M_{aQ} \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_f \\ i_D \\ i_Q \end{bmatrix}$$

$L_d$ : représente l'inductance synchrone longitudinale:

$$L_d = L_{\sigma s} + \frac{3}{2}(L_{h\sim} + L_{h\,2}) = L_{\sigma s} + M_{ad}$$

$L_q$: représente l'inductance synchrone transversale:

$$L_q = L_{\sigma s} + \frac{3}{2}(L_{h\sim} - L_{h\,2}) = L_{\sigma s} + M_{aq}$$

$L_o$: représente l'inductance homopolaire:

$$L_o = L_{\sigma s}$$

Pour les flux rotoriques, on trouve:

$$\begin{bmatrix} \varphi_f \\ \varphi_D \\ \varphi_Q \end{bmatrix} = \frac{3}{2} \begin{bmatrix} M_{af} & 0 & 0 \\ M_{aD} & 0 & 0 \\ 0 & M_{aQ} & L_0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_d \\ i_q \\ i_o \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} L_f & M_{fD} & 0 \\ M_{fD} & L_D & 0 \\ 0 & 0 & L_Q \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_f \\ i_D \\ i_Q \end{bmatrix}$$

Les deux systèmes de flux en onction des courants peuvent se décomposés en trois systèmes indépendants :

$$\begin{bmatrix} \varphi_d \\ \varphi_f \\ \varphi_D \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} L_d & M_{af} & M_{aD} \\ \frac{3}{2} M_{af} & L_f & M_{fD} \\ \frac{3}{2} M_{aD} & M_{fD} & L_D \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_d \\ i_f \\ i_D \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \varphi_q \\ \varphi_Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} L_q & M_{aQ} \\ \frac{3}{2} M_{aQ} & L_Q \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_d \\ i_Q \end{bmatrix}$$

$$\varphi_o = L_o\, i_o$$

## couple

L'expression du couple est :

$$\Gamma_e = \frac{3}{2}(\varphi_d i_q - \varphi_q i_d)$$

D'après le premier principe de la dynamique :

$$\Gamma_e - \Gamma_r -= J\frac{dw_r}{dt}$$

$\Gamma_r$ : représente le couple résistant.

## IV. Travaux de simulation

Utiliser des logiciels pour résoudre les ED (tel que SIMULINK/MATLAB) pour simuler le fonctionnement de le machine synchrone.